Mr. *Newtons* Answer to the foregoing Letter.

IN Observationibus R. Patris J. Pardies, *quas ad te denuò conscripsit, an majus sit Humanitatis argumentum quòd meis responsionibus vim omnem attribuit; an Ingenii, quòd Objectiones proponit, quæ, si non probe tollantur, Doctrinam nostram frustrari possint, vix dixerim. Utrumque sanè ad determinandam veritatem optimè conducit, efficitque ut acceptis quàm lubentissime respondeam.*

Ait R. P. quód absque *varia diversorum radiorum refrangibilitate possibile sit explicare longitudinem colorum; puta ex Hypothesi P.* Grimaldi, *per diffusionem luminis, quod supponitur esse substantia quædam rapidissimè mota; vel ex Hypothesi* Hookii *nostri, per diffusionem vel expansionem Undulationum, quas statuit in æthere à lucidis corporibus excitatas quaquaversum propagari. Addo, quòd ex Hypothesi* Carteliana *potest etiam effingi consimilis diffusio conatus vel pressionis globulorum, perinde ut in explicatione* Caudæ Cometæ *supponitur. Et eadem diffusio vel expansio juxta aliam quamvis Hypothesin, in qua lumen statuitur esse vis, actio, qualitas, vel substantia qualibet à luminosis corporibus undique emissa, effingi potest.*

Ut his respondeam, animadvertendum est, quòd Doctrina illa, quam de Refractione & Coloribus explicui, in quibusdam Lucis Proprietatibus *solummodo constitit, neglectis* Hypothesibus *per quas Proprietates illæ explicari debent. Optimus enim & tutissimus philosophandi modus videtur, ut imprimis rerum proprietates diligenter inquiramus, & per experimenta stabiliamus; ac dein tardius contendamus ad Hypotheses pro earum explicatione. Nam* Hypotheses *ad explicandas rerum proprietates tantùm accommodari debent, & non ad determinandas usurpari, nisi quatenus experimenta subministrare possint. Et siquis ex sola* Hypothesium *possibilitate de veritate rerum conjecturam faciat, non video quo pacto quicquam certi in ulla scientia determinare possit; siquidem alias atque alias Hypotheses semper liceat excogitare, quæ novas difficultates suppeditare videbuntur. Quamobrem ab* Hypothesium *contemplatione, tanquam improprio argumentandi loco, hic abstinendum esse censui, & vim Objectionis abstrahendam, ut pleniorem & magis generalem responsionem accipiat.*

Itaque per Lumen *intelligo quodlibet Ens vel entis potestatem (sive sit substantia, sive quævis ejus vis, actio, vel qualitas) quod à corpore lucido rectà pergens aptum sit ad excitandam visionem; & per* radios *Luminis intelligo minimas vel quaslibet indefinitè parvas ejus partes, quæ ab invicem non dependent; quales sunt illi omnes radii, quos lucentia corpora vel simul vel successivè secundùm rectas lineas emittunt. Nam illæ tum collaterales tum successivæ partes luminis sunt independentes; siquidem unæ absque aliis intercipi possint, & in quaslibet plagas seorsim reflecti vel refringi. Et hoc præcognito, Objectionis vis omnis in eo sita erit; Quód colores per aliquam Luminis ultra foramen diffusionem, quæ non oritur ab inæ-*

quali-

quali diversorum radiorum (seu luminis independentium partium) refrangibilitate, in longum diduci possint.

Quòd autem non aliunde oblongentur, monstravi in Literis relatis in Phil. Transactionibus, Num. 80. *Et ut rationes facilius percipiantur, non gravabor jam fusius explicare.*

Scilicet ex observatione, quòd radii post refractionem non incurvabantur, sed rectâ ad parietem progressi fuêre, patuit, eandem fuisse eorum ad se mutuò inclinationem cùm modò exiêrunt Prismate, atque cùm impegerunt in parietem; & proinde Longitudo colorum ex inclinatione radiorum emersit quam inter refringendum obtinuêre, hoc est, ex quantitate refractionis quam singuli radii in Prismate patiebantur: Adeóque cùm colorum longitudo latitudinem aliquot vicibus ex observatione superavit, sequitur, majorem fuisse inæqualitem refractionum quàm potuit oriri ex inæqualitate incidentiarum. Quin imò ex figura imaginis coloratæ, quòd nempe non fuit Ovalis, sed ad latera duabus parallelis rectis lineis terminata, patuit, eam ex indefinitè multis imaginibus Solis, per inæqualem refractionem in longum distractis, & serie continuâ dispositis, constitui; adeoque radios à singulis partibus solaris Disci provenientes per totam ferè longitudinem colorum dispergi; & proinde similiter incidentium inæquales esse refractiones. Id quod aliis etiam indiciis ostendi posset.

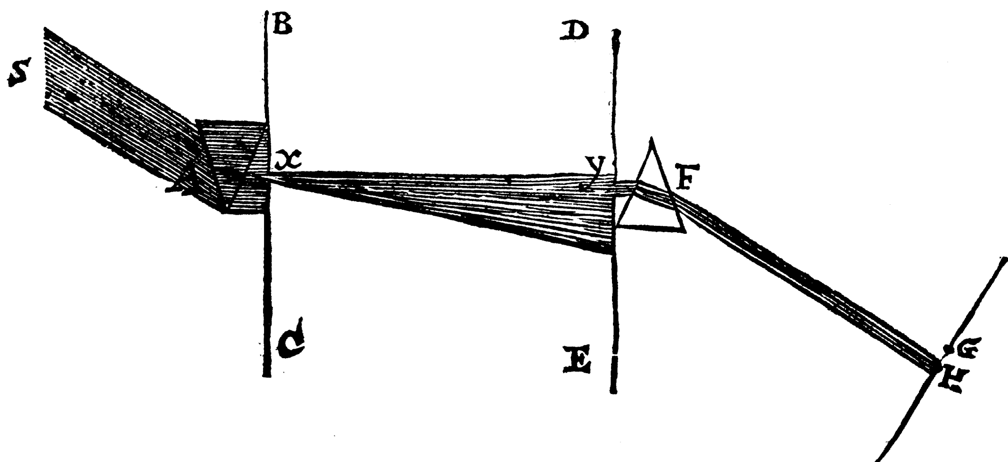
Constat itaque diversas esse refractiones, ubi pares sunt incidentiæ. Sed amplius inquirendum est, Unde oriatur illa diversitas; An sit à causa aliqua incerta & irregulari, vel certâ lege, secundùm quam radius quilibet aptus est determinatam aliquam refractionem pati. Per incertas & irregulares causas intellige asperitates in superficie, vel venas diversæ densitatis in interiori parte vitri ex quo Prisma conflatur; item irregularem situm pororum, quos nonnulli ob luminis transmissionem directo tramite per vitrum omnifariam traiici statuunt; nec non tremores & inæquales commotiones partium ætheris, aëris, vel vitri; radiorum in refringente superficie se mutuò fortasse comprimentium resulturam ab invicem; ejusdem cujusque radii divisionem ac dissipationem in partes divergentes, quas vel numero finitas vel indefinitè multas in superficie aliquâ continuatim jacentes imaginari liceat; vel quamvis aliam diffusionem & dilatationem Luminis quam possumus excogitare, non ortam ex diversa prædispositione cujusque radii ad refractionem, in certo aliquo & constanti gradu patiendam.

Quod autem diversa refractio non orta sit ex ullis ejusmodi causis incertis & irregularibus, probavi per Experimentum duorum consimilium Prismatum in contrario situ juxta positorum, ita ut posterius contrariâ suâ refractione retro-flecteret radios, & sic regulares effectus prioris destrueret, sed per iteratas refractiones augeret irregulares. Utpote si prius Prisma diffunderet ac divergere faceret parallelos radios; e.g. per asperam polituram, inæquabilem densitatem, aut irregularem situm pororum Prismatis; vel per tremulos motus partium ætheris, aëris aut vitri; vel per dilatationem luminis propter partium ejus (i.e. radiorum) se mutuò comprimentium relaxationem versùs adjacentia spatia, quæ vel nullo vel minùs constipato lumine irradiantur;

vel

vel denique per cujusque radii dilatationem aut diffractionem in complures divergentes radios: tum sanè posterius Prisma magis diffunderet ac dissiparet radios per dictas irregularitates ætheris, aëris, aut vitri, vel per iteratam dilatationem luminis à refringentis superficiei resistentia denuò constipati ac diffusi, vel etiam per cujusque radii à priori diffractione orti iteratam diffractionem ac divisionem in longè plures divergentes radios. Et sic Lumen magis dispergeretur per refractionem secundi Prismatis, & in parietem projectam Imaginem duplo longiorem minimùm exhiberet, quàm per solam refractionem prioris Prismatis ~~exhiberi~~ potuisset. Quamobrem cùm, experientiâ teste, refractio secundi Prismatis adeò non dispergat lumen ut contrahat & in pristinum statum reducat, efficiatque ut in forma Coni postea progrediatur, perinde ac si nullam omnino refractionem passum fuisset; concedendum est, Diffusionem Luminis, à refractione anterioris Prismatis effectam, non oriri ab aliqua præfatarum causarum, aut alia quavis irregularitate, sed diversæ refrangibilitati diversorum radiorum solummodo tribuendam esse; utpote quâ radius unusquisque, ex insita dispositione tantam refractionem in posteriori Prismate ac in priori passus, reducitur in parallelismum cum seipso; & sic omnes radii ad se mutuò easdem inclinationes resumunt quas ante refractiones habuêre.

Demum, ut hæc omnia summè confirmarem, adjeci Experimentum illud quod jam nomine Crucis *passim insignitur: de cujus conditionibus cum R. P. dubitaverit, placuit jam designare Schemate. Sit B C anterior tabula, cui Prisma A immediate præfigitur, sitque D E altera tabula, quasi duodecim pedibus abinde distans, cui suffigitur alterum Prisma F. Tabulæ autem ad x & y ita perforentur, ut aliquantulum lucis ab anteriori Prismate refractæ,*



traiji possit per utrumque foramen ad secundum Prisma, inque eo denuò refringi. Jam Prisma anterius circa axem reciproco motu convertatur, & colores in Tabulam posteriorem D E procidentes, per vices attollentur ac deprimentur, eoque pacto alius atque alius color successivè pro arbitrio traiji potest per foramen ejus y ad posterius Prisma, dum cæteri colores in Tabulam impingunt: Et videbis, radios diversis coloribus præditos diversam pati refractionem

nem

nem in illo posteriori Prismate, ex eo quòd ad diversa loca parietis vel cujusvis obstaculi G H, pedibus aliquot ulterius remoti, allabentur; puta violacei *radii ad H,* rubri *ad G, &* intermedii *ad loca intermedia: & tamen propter determinatam positionem foraminum necesse est ut similis sit incidentia radiorum cujusque coloris per utrumque trajecti. Atque ita ex mensura constat radios, diversis coloribus affectos, habere diversas leges refractionum.*

Sed suspicor unde adductus sit R.P. in dubitationem; nempe videtur collocasse primum *Prisma A* post *Tabulam B C, atque ita convertendo circa Axem, verisimile est inclinationem radiorum qui interjacent foramina propter intermediam refractionem fuisse mutatam. At ex descriptione expositâ in* Phil. Transactionibus *debuit Tabula illa collocari* post *Prisma, ut radii inter foramina in directum jacerent, quemadmodum ex verbis;* I took two Boards and placed one of them close behind the Prism at the Window *, *constare potest. Et usus Experimenti idem innuit.*

* *Vid. Num.* 80. p. 3078. *quæ verba Latinè ita sonant;* Capiebam duas Tabulas ligneas, unamque earum immediatè collocabam *post* Prisma ad fenestram.

Ex abundanti placet observare, quòd in hoc Experimento colorata Lux ob refractionem secundi Prismatis longe minùs diffunditur ac divaricat, quàm cùm alba existit, adeò ut imago ad G vel H sit penè circularis; præsertim si Prismata statuantur parallela & in contrario situ angulorum, prout in Schemate designantur. Quinetiam, si præterea diameter foraminis y *adæquet latitudinem colorum, nulla erit ejusdem coloratæ lucis in longum diffusio; sed imago, quæ à quopiam colore ad G vel H effingitur, (positis circularibus foraminibus, & refractione posterioris Prismatis non majori quàm prioris, radiisque ad obstaculum quàm proximè perpendicularibus,) erit planè circularis. Id quod arguit diffusionem, de qua supra egimus, non ex contagione vel continuitate materiæ undulantis aut celerrimè motæ vel similibus causis ortam esse, sed ex certa refractionum cujusque generis radiorum lege. Cur autem Imago illa in uno casu sit circularis, & in aliis nonnihil oblongata, & quomodo diffusio lucis in longitudinem in quolibet casu pro arbitrio minui possit, à Geometris determinandum & cum experientia conferendum relinquo.*

Postquam Proprietates Lucis *his & similibus experimentis satis exploratæ fuerint, spectando radios tanquam ejus sive collaterales sive successivas partes, de quibus experti simus per independentiam quod sint ab invicem distinctæ; Hypotheses exinde dijudicandæ sunt, & quæ non possunt conciliari reijciendæ. Sed levissimi negotii est, accommodare Hypotheses ad hanc Doctrinam. Nam siquis Hypothesin* Cartesianam *defendere velit, dicendum est, globulos esse inæquales; vel pressiones globulorum esse alias aliis fortiores, & inde diversimodè refrangibiles, & aptas ad excitandam sensationem diversorum colorum. Et sic juxta Hypothesin* Cl. Hookii *dicendum est, Undulationes ætheris esse alias majores sive crassiores aliis. Atque ita in cæteris. Hæc enim videtur esse summè necessaria Lex & Conditio* Hypothesium, *in quibus Naturalia corpora ponuntur constare ex quàm plurimis corpusculis acervatim contextis, ut à diversis lucentium corpusculis, vel ejusdem corpusculi diversis partibus (prout motu, figurâ, mole, aut aliis qualitatibus differunt) inæquales pressiones, motiones*

aut

aut mota corpuscula per æthera quaquaversum traijciantur, ex quibus, confusè mistis, lux constitui supponetur. Et nihil durius esse potest in istis Hypothesibus quàm contraria suppositio.

Ex apertura sive dilatatione Lucis in posteriori facie Prismatis, quam R. P. dixit esse veluti foramen, sufficit, quod error non emerget sensibilis si modò aliquis emergeret. Quòd si calculus juxta Observationes præcisè ineatur, error erit nullus. Nam diametro foraminis à longitudine Imaginis subductâ, restabit longitudo quam Imago haberet si modò foramen ante Prisma esset indivisibile, idque non obstante præfatâ lucis dilatatione in posteriori facie Prismatis; ut facile ostenditur. Deinde ex data illa longitudine Imaginis, ac distantia à foramine indivisibili, ut & positione & forma Prismatis, & ad id inclinatione incidentium radiorum, ac angulo, quem refracti radii, ad medium Imaginis tendentes, cum à centro Solis incidentibus constituunt, cætera omnia determinantur. Et quæ determinant refractiones & positiones radiorum, sufficiunt ad calculum istarum refractionum ritè ineundum. Sed res non tanti esse videtur ut moram inferat.

Quòd R.P. Doctrinam nostram Hypothesin *vocaverit, non aliunde factum esse credo quàm quòd vocabulum usurpavit quod primùm occurrit; siquidem mos obtinuit ut quicquid exponitur in Philosophia dicatur Hypothesis. Et ego sane non alio consilio vocabulum istud reprehendi quàm ut nè invalesceret appellatio quæ rectè Philosophantibus præjudicio esse posset. R. Patris verò candor in omnibus conspicitur; indeque modus efferendi Benevolentiam, qui mihi minimè convenit. Quod tamen nostra non displicent, vehementer gaudeo. Vale. Dab.* Cantabrig. 11mo Junii 1672.

Hæc responsio ad R.P. Ignatium Pardies *mox transmissa id effecit, ut ille die* 9. Julii 1672. *rescriberet Gallicè in hunc sensum*;

Omnino mihi satisfecit novissima responsio, à Dn. *Newtono* ad meas Instantias data. Novissimus scrupulus, qui mihi hærebat circa *Experimentum Crucis*, penitus fuit exemptus. Atque nunc planè ex Figura ipsius intelligo quod non intellexeram ante. Experimentum peractum cùm fuerit isto modo, nil habeo quod in eo desiderem ampliùs. Rem mihi pergratam feceris, si ipsi singularem meum ingenii & doctrinæ ejus cultum contesteris, & pro illo studio maximas gratias agas, quo voluit Annotationes meas examinare iisque respondere. Præter existimationem illam, quam jam ante de acumine ejus conceperam, affectus hic officiosus magnopere me ipsi devinxit.

An